

- 1 -

5

10

Vorrichtung zur Längsführung eines Kraftfahrzeugs durch Eingriff in das Bremssystem

15 Stand der Technik

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Längsführung eines Kraftfahrzeugs, mit einem Fahrerassistenzsystem, das ein Bremsanforderungssignal an eine Brems-Steuereinrichtung ausgibt.

20

Ein Beispiel einer solchen Vorrichtung ist ein sogenanntes ACC-System (Adaptive Cruise Control), das es unter anderem gestattet, die Geschwindigkeit des Fahrzeugs an die Geschwindigkeit eines vorausfahrenden, mit Hilfe eines Radarsystems georteten Fahrzeugs anzupassen, so daß das vorausfahrende Fahrzeug in einem geeigneten Sicherheitsabstand verfolgt wird. Dazu greift das Fahrerassistenzsystem in das Antriebssystem und erforderlichenfalls auch in das Bremssystem des Fahrzeugs ein. Der Eingriff in das Bremssystem erfolgt bisher zumeist in der Weise, daß die Bremsverzögerung auf eine vom Fahrerassistenzsystem berechnete Soll-Bremsverzögerung geregelt wird. Wenn diese Regelung in der Brems-Steuereinrichtung erfolgt, bildet die Soll-Bremsverzögerung das Bremsanforderungssignal, das vom Fahrerassistenzsystem ausgegeben wird.

35 Die heute im Einsatz befindlichen ACC-Systeme sind generell für Fahrten mit höherer Geschwindigkeit, beispielsweise auf Autobahnen ausgelegt. Es gibt jedoch Bestrebungen, den Funktionsbereich sol-

- 2 -

cher Systeme auf niedrigere Geschwindigkeiten zu erweitern und insbesondere auch eine sogenannte Stop and Go Funktion zu realisieren, bei der das Fahrzeug, beispielsweise bei einem Verkehrsstau, auch automatisch in den Stand gebremst werden kann, wenn das vorausfahrende Fahrzeug anhält. Dabei tritt das Problem auf, daß Ungenauigkeiten bei der Messung der Ist-Bremsverzögerung sich bei niedrigen Geschwindigkeiten gravierender auswirken, so daß die Regelung instabil wird. Besonders problematisch ist dabei der unstetige Übergang in den Stand (Anhalteruck). Bei Fahrzeugen mit Automatikgetriebe muß überdies die Bremse auch im Stand betätigt werden, um ein Anrollen des Fahrzeugs zu verhindern. Da im Stand jedoch die Ist-Bremsverzögerung gleich null ist, kann das Bremsanforderungs-signal im Stand nicht über eine Soll-Bremsverzögerung definiert werden.

15

Diese Probleme können vermieden oder zumindest gemildert werden, wenn das vom Fahrerassistenzsystem ausgegebene Bremsanforderungs-signal nicht in einer Soll-Bremsverzögerung, sondern direkt in einem Bremsdrucksignal besteht. Da jedoch die mit einem gegebenen Bremsdruck erreichte Verzögerung des Fahrzeugs vom jeweiligen Fahrzeugtyp und vom Zustand der Bremse (Temperatur, Feuchtigkeit) abhängig ist, muß in diesem Fall das Fahrerassistenzsystem an den jeweiligen Fahrzeugtyp angepaßt werden und außerdem eine Vielzahl von Parametern verarbeiten können, die sich auf den Zustand des Bremsystems beziehen.

Vorteile der Erfindung

Die Erfindung mit den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen hat den Vorteil, daß das Fahrerassistenzsystem ohne spezielle Anpassungen in unterschiedlichen Fahrzeugtypen eingesetzt werden kann und daß dennoch eine präzise Steuerung oder Regelung des Bremsverhaltens insbesondere im unteren Geschwindigkeitsbereich ermöglicht wird. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß das Fahrerassistenzsystem als Bremsanforderungssignal ein Wegsignal ausgibt, das angibt, innerhalb welchen Weges das Fahrzeug eine vorgegebene Zielgeschwindigkeit erreicht haben soll. Inhalt des Wegsignals ist also

- 3 -

beispielsweise die Forderung: "Nach einer Wegstrecke von x Metern soll das Fahrzeug die Geschwindigkeit y km/h haben" oder im Fall eines Anhaltevorgangs: "Nach einer Wegstrecke von x Metern soll das Fahrzeug stehen". Die Umsetzung dieser Forderung bleibt dann der
5 Brems-Steuereinrichtung überlassen.

Damit wird erreicht, daß alle Regelungs- oder Steuerungsvorgänge, die vom Fahrzeugtyp, vom Fahrzeugzustand und/oder vom Zustand der Fahrzeugsbremse abhängig sind, in der Brems-Steuereinrichtung kon-
10 zentriert sind, so daß das Fahrerassistenzsystem universell, ohne besondere Anpassungen, für verschiedene Fahrzeugtypen eingesetzt werden kann. Da die Brems-Steuereinrichtungen, insbesondere wenn sie mit einer Blockierschutzfunktion (ABS) ausgerüstet sind, ohnehin mit einer Sensorik zusammenarbeiten, die maßgebliche Größen wie
15 etwa Raddrehzahlen und Radbeschleunigungen erfaßt, und da sich anhand dieser Sensorsignale auch die aktuellen Einsatzbedingungen der Bremse bestimmen lassen, insbesondere der Fahrbahn-Reibungskoeffi-
zient und der Zusammenhang zwischen Bremsdruck und Bremsverzöge-
rung, sind die für die Umsetzung des Bremsanforderungssignals benö-
20 tigten Daten unmittelbar in der Brems-Steuereinrichtung verfügbar.

Anhand der bekannten Ist-Geschwindigkeit des Fahrzeugs ist die Brems-Steuereinrichtung in der Lage, die Bremsverzögerung zu berechnen, die nötig ist, damit die Zielgeschwindigkeit innerhalb der
25 vom Wegsignal vorgegebenen Strecke erreicht wird, und der Brems-
druck kann dann so gesteuert oder geregelt werden, daß die Vorgaben des Bremsanforderungssignals erfüllt werden. Situationsabhängig kann dabei die Bremsverzögerung in der Brems-Steuereinrichtung ent-
weder gesteuert oder geregelt werden. Bei sehr kleinen Geschwindig-
30 keiten und insbesondere beim Bremsen in den Stand wird man vorzugs-
weise eine Steuerung der Bremsverzögerung anhand des für den spezi-
ellen Fahrzeugtyp und den aktuellen Betriebszustand bekannten Zu-
sammenhangs zwischen Bremsdruck und Bremsverzögerung vorsehen. Auch
35 der Bremsdruck, der erforderlich ist, um das Fahrzeug im Stand zu halten, wird durch die fahrzeugspezifische Brems-Steuereinrichtung bestimmt.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind für die Kommunikation zwischen dem Fahrerassistenzsystem und der Brems-Steuereinrichtung mindestens zwei Schnittstellen vorgesehen, von denen eine die Wegschnittstelle ist, über die das Bremsanforderungssignal in der Form eines Wegsignals ausgegeben wird, während über die andere Schnittstelle wahlweise ein anderes Bremsanforderungssignal, beispielsweise eine Soll-Bremsverzögerung oder ein Bremsdruck ausgebbar ist. So kann beispielsweise in einer Situation, in der die Vorgabe einer Zielgeschwindigkeit, die nach einer bestimmten Wegstrecke erreicht werden soll, nicht sinnvoll ist, im Fahrerassistenzsystem ein Wechsel von der Wegschnittstelle auf eine andere Schnittstelle, beispielsweise eine Verzögerungsschnittstelle erfolgen. Als Beispiel kann etwa die Situation betrachtet werden, daß das vorausfahrende Fahrzeug wieder anfährt, bevor das eigene Fahrzeug zum Stillstand gekommen ist. In diesem Fall wird über die Verzögerungsschnittstelle ein Bremsanforderungssignal in der Form einer Soll-Bremsverzögerung ausgegeben, das so beschaffen ist, daß gemäß einer bestimmten Zeitfunktion ein allmählicher Abbau der Bremsverzögerung und somit ein sanfter und komfortabler Übergang von Bremsen auf Beschleunigen erfolgt.

Dabei ist es zweckmäßig, wenn die Brems-Steuereinrichtung die jeweilige Ist-Verzögerung an das Fahrerassistenzsystem zurückmeldet. Die Zeitfunktion für die Soll-Bremsverzögerung läßt sich dann so anpassen, daß bei einem Wechsel der Schnittstelle ein ruckfreier Übergang erfolgt.

30

Eine Rückmeldung der Istwerte, nicht nur bei Benutzung der Verzögerungsschnittstelle, sondern auch bei Benutzung der Wegschnittstelle, ist auch zweckmäßig, um eine Überreaktion des Systems in den Fällen zu verhindern, in denen beispielsweise bei glatter Fahrbahn die eigentlich erforderliche Bremsverzögerung nicht erreicht werden kann. Nach dem sogenannten Basewert-Verfahren wird dann das vom Fahrerassistenzsystem ausgegebene Bremsanforderungssignal so modi-

- 5 -

fiziert, das es um nicht mehr als einen bestimmten Toleranzwert Δ von dem zurückgemeldeten Istwert abweicht. Wenn z. B. auf glatter Fahrbahn der ursprünglich vom Fahrerassistenzsystem berechnete und als Bremsanforderungssignal ausgegebene Anhalteweg nicht eingehalten werden kann, wird der Soll-Anhalteweg verlängert, so daß er nur noch wenig über dem bei diesen Fahrbahnbedingungen erreichbaren Anhalteweg liegt. Wenn dann ein plötzlicher Wechsel von einem glatten Fahrbahnabschnitt auf eine griffigere Fahrbahn stattfindet, beträgt die Soll/Ist-Differenz höchstens Δ , und demgemäß wird auch die Bremsverzögerung zunächst nur moderat gesteigert. Erst wenn das Fahrerassistenzsystem durch den zurückgemeldeten Istwert darüber informiert wird, daß nun wieder ein kürzerer Anhalteweg möglich ist, wird der Anhalteweg wieder reduziert.

15 Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

20 Es zeigen:

- .. Figur 1 ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;
- 25 Figur 2 ein Beispiel für den zeitlichen Verlauf eines Bremsdrucksignals; und
- Figur 3 ein Weg-Zeit-Diagramm zur Illustration der Anpassung eines Bremsanforderungssignals an das tatsächliche Bremsvermögen.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Figur 1 zeigt als Blockdiagramm ein Fahrerassistenzsystem 10, bei spielsweise ein ACC-System, und eine Brems-Steuereinrichtung 12, die über eine Wegschnittstelle 14 und eine Verzögerungsschnittstelle 16 miteinander kommunizieren. Das Fahrerassistenzsystem 10 ent-

- 6 -

- hält einen Schnittstellenwähler 18, der je nach Situation entscheidet, über welche der beiden Schnittstellen die Kommunikation stattfindet.
- 5 Über jede der beiden Schnittstellen kann das Fahrerassistenzsystem 10 ein Bremsanforderungssignal an die Brems-Steuereinrichtung 12 ausgeben und so die Brems-Steuereinrichtung veranlassen, die Fahrzeuggbremse zu betätigen. Im Fall der Wegschnittstelle 14 besteht das Bemsanforderungssigal in einem Wegsignal s_{soll} , das in der 10 Brems-Steuereinrichtung 12 in einer Umrechnungseinheit 20 in Bremsdrucksignale P_i ($i = 1 - 4$) für jede der vier Radbremsen des Fahrzeugs umgerechnet wird. Die Bremsdrucksignale P_i werden an Bremsdruckregler 21 (R_i) weitergeleitet, die den vier Rädern des Fahrzeugs zugeordnet sind und den Bremsdruckaufbau an den Rädern bewirken.
- 15 Jedem Rad ist außerdem ein Raddrehzahlmesser 22 zugeordnet, der die Raddrehzahl w_i des betreffenden Rades mißt und an die Brems-Steuereinrichtung meldet. Die Raddrehzahl w_i wird in einem Wandler 24 anhand des bekannten Raddurchmesseres in eine Radgeschwindigkeit v_i umgerechnet, die die Umfangsgeschwindigkeit des Rades und somit bei schlupffreiem Rollen auch die Istgeschwindigkeit des Fahrzeugs repräsentiert. Bei Bremsvorgängen kann der Schlupf allenfalls dazu führen, daß die Radgeschwindigkeit v_i kleiner ist als die Fahrzeuggeschwindigkeit. In einem Auswahlblock 26 wird deshalb die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{ist} durch Maximumauswahl aus den vier Radgeschwindigkeiten v_i gebildet. Erforderlichenfalls kann dabei auch eine Korrektur für die unterschiedlichen Radgeschwindigkeiten bei Kurvenfahren vorgenommen werden. Die Fahrzeuggeschwindigkeit v_{ist} wird an die Umrechnungseinheit 20 gemeldet. Ein Differenzierglied 28 berechnet aus der Fahrzeuggeschwindigkeit v_{ist} die aktuelle Bremsverzögerung (negative Beschleunigung) a_{ist} , die ebenfalls an die Umrechnungseinheit 20 gemeldet wird.
- 35 Ein Schlupfdetektor 30 vergleicht die Radgeschwindigkeiten v_i mit der Fahrzeuggeschwindigkeit v_{ist} und meldet den Schlupf jedes Rades an den zugehörigen Bremsdruckregler R_i . Ein Differenzierglied

- 7 -

- 32 berechnet aus den gemessenen Radgeschwindigkeiten ω_i die zugehörigen Winkelbeschleunigungen a_i der Räder und meldet diese ebenfalls an die Bremsdruckregler R_i . Anhand der Schlupf- und Winkelbeschleunigungssignale sind die Bremsdruckregler R_i in der Lage, eine
5 Antiblockierregelung durchzuführen und jedes einzelne Rad so zu bremsen, daß die Bremskraft gleichmäßig auf die linke und die rechte Fahrzeugseite verteilt wird und außerdem je nach Achslast angemessen zwischen Vorder- und Hinterrädern aufgeteilt wird.
- 10 Der Wandler 24 berechnet aus den Winkelbeschleunigungen a_i der Räder die zugehörigen Rad-Bremsverzögerungen a_i , also die Zeitableitungen der Umfangsgeschwindigkeiten der Räder. Diese Rad-Bremsverzögerungen a_i werden für jedes Rad an einen Überwachungsblock 34 übermittelt, der eine Funktion $P_i(a_i)$ aufzeichnet, die den Zusammenhang zwischen Bremsdruck und Rad-Bremsverzögerung für das betreffende Rad sowie auch dem Maximalen Bremsdruck angibt, von dem ab das Rad blockiert. Diese Funktion wird der Umrechnungseinheit 20
15 zur Verfügung gestellt.
- 20 Über die Wegschnittstelle 14 wird zusammen mit dem Wegsignal s_{soll} auch eine Zielgeschwindigkeit v_z übermittelt. Das Wegsignal s_{soll} spezifiziert den Weg des Fahrzeugs, innerhalb dessen die Zielgeschwindigkeit v_z erreicht werden soll. Bei einem Anhaltevorgang ist v_z gleich null, und s_{soll} ist der Anhalteweg. Im folgenden soll
25 als Beispiel der Fall $v_z = 0$ betrachtet werden. Für andere Werte von v_z ist die Arbeitsweise der Vorrichtung analog.

Bei gegebener Fahrzeuggeschwindigkeit v ist (Anfangsgeschwindigkeit) läßt sich der Anhalteweg durch zweifache Integration der
30 Bremsverzögerung berechnen. Umgekehrt kann in der Umrechnungseinheit 20 anhand des durch s_{soll} gegebenen Anhalteweges berechnet werden, welche Bremsverzögerung erforderlich ist, um den Anhalteweg einzuhalten. Dabei kann zunächst idealisierend von einer konstanten Bremsverzögerung ausgegangen werden. Die so erhaltene Soll-Bremsverzögerung kann nun in der Umrechnungseinheit 20 auf unterschiedliche Weisen benutzt werden. Zum einen kann durch Vergleich der Soll-Bremsverzögerung mit der aktuellen Bremsverzögerung a_{ist} ein Bremsdrucksignal P_i erzeugt werden, das dazu dient, die Bremsverzö-

gerung auf den Sollwert einzuregeln. Voraussetzung dafür ist, daß die Ist-Bremsverzögerung genau genug bestimmt werden kann. Dieser Regelalgorithmus wird deshalb vorzugsweise bei höheren Fahrzeuggeschwindigkeiten eingesetzt. Durch diese Regelung wird die durch das
5 Bremsdrehmoment des Motors verursachte Fahrzeugverzögerung automatisch berücksichtigt.

Zum anderen kann anhand der berechneten Soll-Bremsverzögerung und anhand der vom Überwachungsblock 34 zur Verfügung gestellten Funktion $P_i(ai)$ der Bremsdruck P_i aufgesucht werden, der für das betreffende Rad die gewünschte Soll-Bremsverzögerung ergibt. In diesem Fall wird der Bremsdruck nicht geregelt, sondern gesteuert. Die radspezifische Funktion $P_i(ai)$ berücksicht dabei auch den Zustand der Bremse, beispielsweise die Beschaffenheit der Bremsbeläge, Temperatur- und Feuchtigkeitseinflüsse und dergleichen. Da diese Steuerung nicht von der gemessenen Bremsverzögerung abhängig ist, kann die Steuerung auch bei kleineren Geschwindigkeiten bis hin zum Fahrzeugstillstand ausgeführt werden. Bei Fahrzeugstillstand setzt die Umrechnungseinheit 20 den Bremsdruck P_i auf einen Wert, der
10 ausreicht, das Fahrzeug im Stand zu halten.
15
20

In der Umrechnungseinheit 20 kann anstelle einer konstanten Bremsverzögerung auch eine Bremsverzögerung zugrunde gelegt werden, die nach einer bestimmten Zeitfunktion variiert, wobei stets die Bedingung eingehalten wird, daß der durch Integration der Bremsverzögerung erhaltene Anhalteweg mit s_{soll} übereinstimmt. Ein Beispiel einer solchen Zeitfunktion ist in Figur 2 gezeigt. Die Bremsverzögerung ist dort durch den zugehörigen Bremsdruck P repräsentiert. Zum Zeitpunkt t_0 wird das Bremsanforderungssignal erstmals durch
25 das Fahrerassistenzsystem 10 ausgegeben. Der Bremsdruck und die Bremsverzögerung werden dann bis zum Zeitpunkt t_1 mit einer bestimmten Rampe allmählich erhöht, dann bis zum Zeitpunkt t_2 konstant gehalten und dann mit einer bestimmten Rampe allmählich wieder verringert, bis das Fahrzeug zum Zeitpunkt t_3 zum Stand kommt.
30 Danach wird der Bremsdruck auf einen etwas höheren konstanten Wert gesetzt, so daß das Fahrzeug im Stand gehalten wird. Durch die rampenförmige Änderung des Bremsdruckes wird ein sanftes Einsetzen und
35

Abklingen der Bremsvorgänge und somit ein hoher Fahrkomfort erreicht. Insbesondere die fallende Rampe zwischen den Zeitpunkten t₂ und t₃ sorgt für eine Milderung des Anhalteruckes, wenn das Fahrzeug zum Stand kommt. Die Lage der Zeitpunkte t₁ und t₂ auf der 5 Zeitachse ist variabel und wird durch einen Komfort-Parameter bestimmt, der entweder in der Umrechnungseinheit 20 fest programmiert ist oder vom Fahrerassistenzsystem 10 übergeben wird.

Die Zeitfunktion der Soll-Bremsverzögerung, die durch die Kurve in 10 Figur 2 repräsentiert wird, kann auch für die Regelung des Bremsdruckes in einem geschlossenen Regelkreis zugrunde gelegt werden. Der Übergang von Regeln auf Steuern erfolgt dann zu einem geeigneten Zeitpunkt, zu dem die Geschwindigkeit des Fahrzeugs so weit abgenommen hat, daß die Ist-Bremsverzögerung nicht mehr genau genug 15 gemessen werden kann. Bei diesen niedrigen Geschwindigkeiten ist der Beitrag des Motordrehmoments zur Bremsverzögerung im allgemeinen vernachlässigbar. Bei Geschwindigkeiten unterhalb der Rollgeschwindigkeit, mit der das Fahrzeug bei gelöster Bremse rollen würde, wirkt das Motordrehmoment beschleunigend, also im Sinne einer 20 Verringerung der Bremsverzögerung. Dieser Effekt ist im gezeigten Beispiel durch die Funktion $\Pi(ai)$ berücksichtigt, kann wahlweise jedoch auch rechnerisch kompensiert werden.

Aus der gemessenen Fahreuggeschwindigkeit v_{ist} und der gemessenen 25 Ist-Bremsverzögerung a_{ist} kann die Umrechnungseinheit 20 durch Integration den voraussichtlichen Anhalteweg s_{ist} prognostizieren, nachdem das Fahrzeug tatsächlich zum Stillstand kommen wird. Dieser prognostizierte Anhalteweg wird über die Schnittstelle 14 an das Fahrerassistenzsystem 10 zurückgemeldet. Anstelle des prognostizierten Anhalteweges s_{ist} oder ergänzend dazu kann auch ein Mindestanhalteweg s_{min} ausgegeben werden, d. h., der Anhalteweg, der bei maximal erreichbarer Bremsverzögerung mindestens benötigt wird. Die Parameter zur Bestimmung der maximalen Bremsverzögerung (Fahrbahnreibungskoeffizienten etc.) sind in den Bremsdruckreglern 21 zumindest als Schätzgrößen verfügbar, und die maximale Bremsverzögerung läßt sich daher z. B. anhand der Funktionen $\Pi(ai)$ bestimmen.

- 10 -

Im Fahrerassistenzsystem 10 wird das Wegsignal s_{soll} nach dem so-
genannten Basewert-Verfahren so gebildet, daß es um nicht mehr als
einen bestimmten Toleranzwert Δ von dem prognostizierten Anhalteweg
 s_{ist} bzw. dem Mindestanhalteweg s_{min} abweicht. Dies ist in Figur
5 3 veranschaulicht. Zum Zeitpunkt τ_0 wird das Wegsignal $s_{\text{soll}0}$ aus-
gegeben, und die Brems-Steuereinrichtung 12 leitet den Bremsvorgang
ein. Das Weg-Zeit-Gesetz, das dem Wegsignal $s_{\text{soll}0}$ entspricht, ist
in Figur 3 durch die Kurve 36 repräsentiert. Es soll nun angenommen
werden, daß aufgrund ungünstigerer Bedingungen, beispielsweise we-
10 gen eisglatter Fahrbahn, die erforderliche Fahrzeugverzögerung
nicht erreicht werden kann. Die Umrechnungseinheit 20 berechnet da-
her einen größeren Mindestanhalteweg $s_{\text{min}1}$, der durch die Kurve 38
repräsentiert wird. Daraufhin berechnet das Fahrerassistenzsystem
10 ein neues Wegsignal, $s_{\text{soll}1}$ das nur um den Betrag Δ kleiner ist
15 als $s_{\text{min}1}$. Das zugehörige Weg-Zeit-Gesetz ist durch die Kurve 40
repräsentiert.

Zum Zeitpunkt τ_1 soll nun das Fahrzeug einen Fahrbahnabschnitt er-
reichen, in dem die Fahrbahnoberfläche wieder griffiger ist, so daß
20 eine höhere Bremsverzögerung erreichbar ist. Wäre das ursprüngliche
Wegsignal $s_{\text{soll}0}$ beibehalten worden, so würde zu diesem Zeitpunkt
eine Vollbremsung eingeleitet, und der Fahrkomfort wäre erheblich
beeinträchtigt. Dieser Effekt wird hier dadurch vermieden, daß das
Wegsignal in $s_{\text{soll}1}$ geändert wurde. Da die Fahrbahn jetzt griffi-
25 ger ist, prognostiziert die Umrechnungseinheit 20 nach dem Zeit-
punkt τ_1 einen kleineren Mindestanhalteweg $s_{\text{min}2}$. Dementsprechend
wird auch das Wegsignal nun reduziert auf den Weg $s_{\text{soll}2}$, der wie-
derum um den Betrag Δ kleiner ist als $s_{\text{min}2}$. Das zugehörige Weg-
Zeit-Gesetz ist durch die Kurve 42 repräsentiert. Das Fahrzeug wird
30 nun etwas stärker abgebremst und folgt dem Weg-Zeit-Gesetz, das
durch die fett eingezeichnete Kurve 44 repräsentiert wird, und
kommt so nach dem prognostizierten Anhalteweg $s_{\text{min}2}$ zum Still-
stand. Auf diese Weise führt der Umstand, daß die Griffigkeit der
Fahrbahn wieder zugenommen hat, zwar zu einer Verkürzung des Anhal-
35 teweges von $s_{\text{min}1}$ auf $s_{\text{min}2}$, aber nicht zu einem unkomfortabel
scharfen Abbremsen. Der Toleranzwert Δ kann vom Fahrerassistenzsy-
stem 10 situationsabhängig variiert werden.

- 11 -

In Figur 3 ist der Einfachheit halber vernachlässigt worden, daß die tatsächliche Bremsverzögerung, die sich als Reaktion auf das Bremsanforderungssignal einstellt, erst mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung gemessen werden kann. In der Praxis wird deshalb 5 zwischen der Ausgabe des Wegsignals $s_{\text{soll}0}$ und der Rückmeldung des prognostizierten Mindestanhalteweges $s_{\text{min}1}$ eine gewisse Zeit vergehen. Der Weg, den das Fahrzeug in dieser Zeit zurückgelegt hat, kann jedoch rechnerisch berücksichtigt werden.

10 Natürlich sollte das Fahrerassistenzsystem hinreichend große Sicherheitsabstände vorsehen und das Bremsanforderungssignal so rechtzeitig ausgeben, daß eine gewisse Verlängerung des Anhalteweges, bedingt durch Straßenglätte oder dergleichen, noch akzeptiert werden kann und nicht zu einem Auffahrunfall führt. Wenn aber die 15 Soll-Bremsverzögerung nach der in Figur 2 gezeigten Zeitfunktion berechnet wird, so besteht noch ein gewisser Spielraum, den man für eine Verkürzung des Anhalteweges nutzen kann. Wenn man nämlich auf die Milderung des Anhalterückes und damit auf die rampenförmige Verringerung des Bremsdruckes zwischen t_2 und t_3 verzichtet, und 20 statt dessen die maximal mögliche Bremsverzögerung bis zum Zeitpunkt t_3 aufrechterhält, wie in Figur 2 durch die gestrichelt eingezeichnete Kurve 46 illustriert wird, so ergibt sich ein kürzerer Anhalteweg der als s_{min} zurückgemeldet werden kann. Erst wenn dieser Spielraum ausgeschöpft ist, wird der Soll-Anhalteweg in der in 25 Figur 3 gezeigten Weise modifiziert.

Über die Verzögerungsschnittstelle 16 gibt das Fahrerassistenzsystem 10 eine Soll-Bremsverzögerung a_{soll} aus. Eine Regeleinheit 48 benutzt die vom Wandler 24 berechneten Rad-Bremsverzögerungen a_i 30 als Rückkopplungssignale und stellt über die Bremsdruckregler 21 die Bremsdrücke P_i so ein, daß die Bremsverzögerungen an den einzelnen Rädern auf die Soll-Bremsverzögerung a_{soll} geregelt werden. Dies ist natürlich nur möglich, solange die Räder nicht blockieren. Wenn bei glatter Fahrbahn das Antiblockiersystem aktiv wird, kann 35 nur eine kleinere Bremsverzögerung a_{ist} erreicht werden. Diese Bremsverzögerung a_{ist} wird über die Verzögerungsschnittstelle 16 an das Fahrerassistenzsystem zurückgemeldet und führt analog zu der

- 12 -

in Figur 3 illustrierten Prozedur (Basewert-Verfahren) zu einer Anpassung der Soll-Bremsverzögerung a_{soll} .

Wenn der Schnittstellenwähler 18 einen Wechsel von der Wegschnittstelle 14 auf die Verzögerungsschnittstelle 16 befiehlt, wird die zurückgemeldete Ist-Bremsverzögerung a_{ist} dazu benutzt, die anfängliche Soll-Bremsverzögerung a_{soll} an den aktuellen Istwert anzupassen, so daß ein ruckfreier Übergang erfolgt.

- 10 In einer modifizierten Ausführungsform kann die Verzögerungsschnittstelle 16 durch eine Bremsdruck-Schnittstelle ersetzt sein, über die vom Fahrerassistenzsystem 10 ein Soll-Bremsdruck an die Brems-Steuereinrichtung 12 ausgegeben wird. In der Brems-Steuereinrichtung 12 wird dieser Soll-Bremsdruck dann mit einem fahrzeugspezifischen Verstärkungsfaktor modifiziert, so daß man die von den Bremsdruckreglern 21 einzustellenden Bremsdrücke P_1 an den einzelnen Rädern erhält. Die Ist-Bremsdrücke an den einzelnen Rädern werden dann mit Hilfe des Verstärkungsfaktors wieder in einen Ist-Bremsdruck für das Gesamtfahrzeug umgerechnet, der dann anstelle
15 der Ist-Bremsverzögerung a_{ist} an das Fahrerassistenzsystem 10 zurückgemeldet wird.
20

Während im gezeigten Beispiel die Umrechnungseinheit 20 baulich und logisch in die Brems-Steuereinrichtung 12 integriert ist, kann sie wahlweise auch als selbständige Funktionseinheit ausgebildet oder in eine andere Systemkomponente, beispielsweise einen Antriebsstrang-Manager, integriert sein. Diese Systemkomponente wäre dann, obgleich sie baulich und/oder logisch selbständig ist, als Bestandteil der Brems-Steuereinrichtung 12 im Sinne der vorliegenden Anmeldung anzusehen und wäre an den jeweiligen Fahrzeugtyp anzupassen, während das Fahrerassistenzsystem 10 vom Fahrzeugtyp unabhängig ist.
30

Die Funktionen der Brems-Steuereinrichtung 12 einschließlich der Umrechnungseinheit 20 können nicht nur vom Fahrerassistenzsystem 10, sondern auch von anderen Fahrzeugsystemen benutzt werden, beispielsweise von einem Kollisionsvermeidungs- oder Crash-Mitigation-

- 13 -

System, das unabhängig vom Fahrerassistenzsystem arbeitet und gegebenenfalls auch die vom Fahrer über das Fahrpedal und das Bremspedal gesteuerten Aktionen übersteuert, um einen Aufprall zu vermeiden oder die Unfallfolgen zu mildern.

5

10

15

20

25

30

35

5

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Längsführung eines Kraftfahrzeugs, mit einem Fahrerassistenzsystem (10), das ein Bremsanforderungssignal an eine Brems-Steuereinrichtung (12) ausgibt, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrerassistenzsystem (10) dazu ausgebildet ist, ein Bremsanforderungssignal in der Form eines Wegsignals (s_{soll}) auszugeben, das den vom Fahrzeug zurückzulegenden Weg angibt, innerhalb dessen das Fahrzeug eine vorgegebene Zielgeschwindigkeit (vz) erreichen soll, und daß die Brems-Steuereinrichtung (12) eine Umrechnungseinheit (20) zur Umrechnung des Wegsignals in ein Bremsbetätigungs signal (P_i) aufweist.
- 20 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zielgeschwindigkeit (vz) vom Fahrerassistenzsystem (10) vor-gebar ist.
- 25 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Zielgeschwindigkeit (vz) null ist.
4. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch ge-kennzeichnet, daß die Umrechnungseinheit (20) dazu ausgebildet ist, das Wegsignal (s_{soll}) in eine Soll-Bremsverzögerung um-zurechnen.
- 30 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Umrechnungseinheit (20) dazu ausgebildet ist, das Bremsbetäti-gungs signal (P_i) in der Weise zu erzeugen, daß die Bremsverzö-gerung des Fahrzeugs auf die Soll-Bremsverzögerung geregelt wird.

- 15 -

6. Vorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Umrechnungseinheit (20) dazu ausgebildet ist, den auf die Radbremsen des Fahrzeugs wirkenden Bremsdruck in Abhängigkeit von der Soll-Bremsverzögerung zu steuern.
5
7. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Umrechnungseinheit (20) dazu ausgebildet ist, anhand der gemessenen tatsächlichen Bremsverzögerung (a_{ist}) und der Fahrzeuggeschwindigkeit (v_{ist}) ein Wegsignal ($s_{\text{ist}}, s_{\text{min}}$) zu berechnen und an das Fahrerassistenzsystem (10) zurückzumelden, das den prognostizierten Weg (s_{ist}) oder den bei maximal erreichbarer Bremsverzögerung mindestens benötigten Weg (s_{min}) bis zum Erreichen der Zielgeschwindigkeit angibt.
10
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrerassistenzsystem (10) eine Begrenzungsfunktion aufweist, die die möglichen Werte für das auszugebende Wegsignal (s_{soll}) so begrenzt, daß dieses Wegsignal um weniger als ein vorgegebener Toleranzwert (Δ) von dem zurückgemeldeten Wegsignal (s_{min}) abweicht.
15
9. Vorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Fahrerassistenzsystem (10) mit der Brems-Steuereinrichtung (12) über eine Wegschnittstelle (14), über die das Wegsignal (s_{soll}) ausgebbar ist, und über eine weitere Schnittstelle (16) kommuniziert, über die ein anderes Bremsanforderungssignal (a_{soll}) ausgebbar ist, und daß das Fahrerassistenzsystem (10) einen Schnittstellenwähler (18) zur Wahl der für die Ausgabe des Bremsanforderungssignals zu nutzenden Schnittstelle aufweist.
20
10. Vorrichtung nach Anspruch, dadurch gekennzeichnet, daß die Brems-Steuereinrichtung (12) dazu ausgebildet ist, zu dem weiteren Bremsanforderungssignal (a_{soll}) ein entsprechendes Istsignal (a_{ist}) zu erzeugen und über die weitere Schnittstelle (16) an das Fahrerassistenzsystem zurückzumelden.
25
30
35

1/2

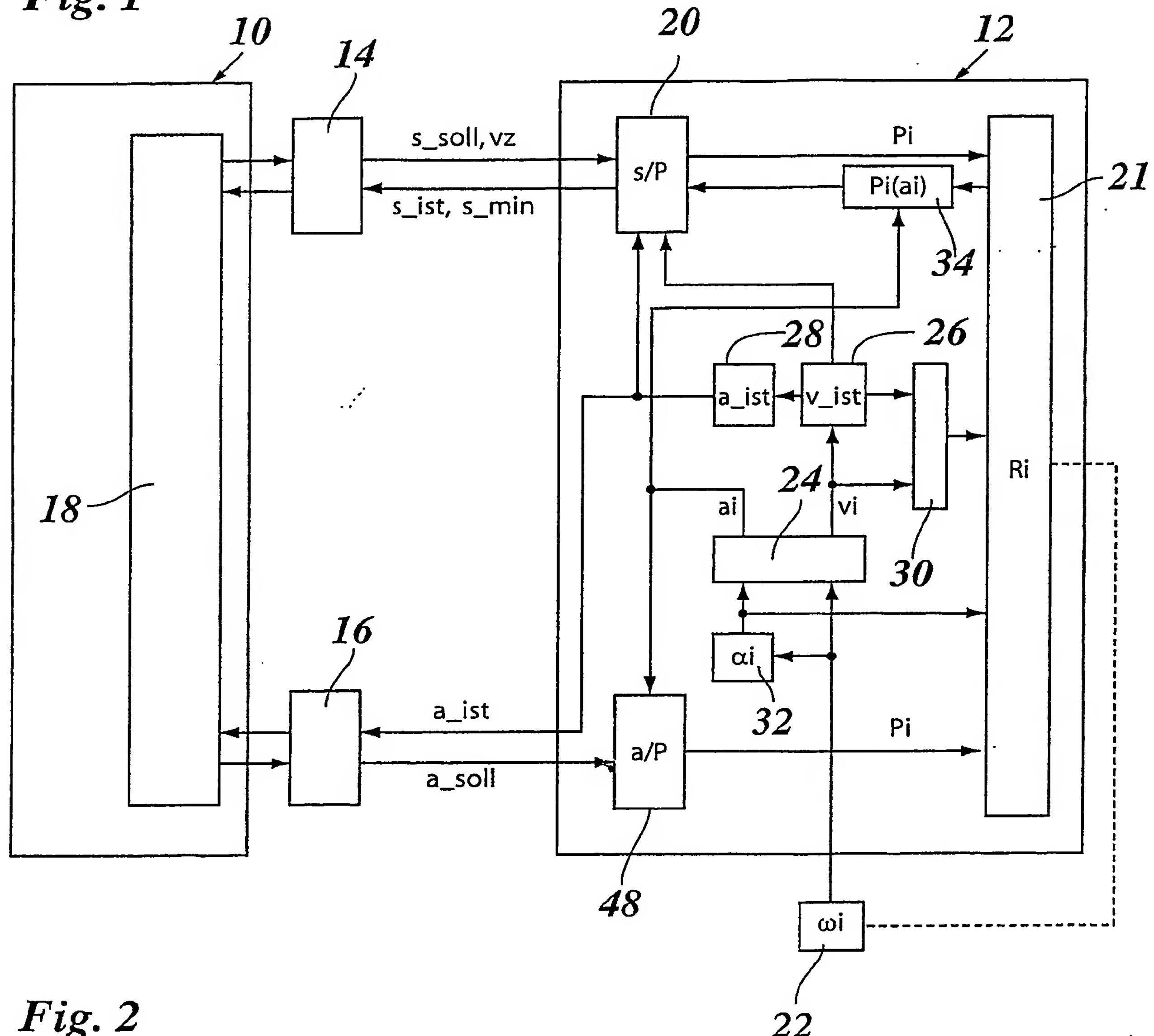
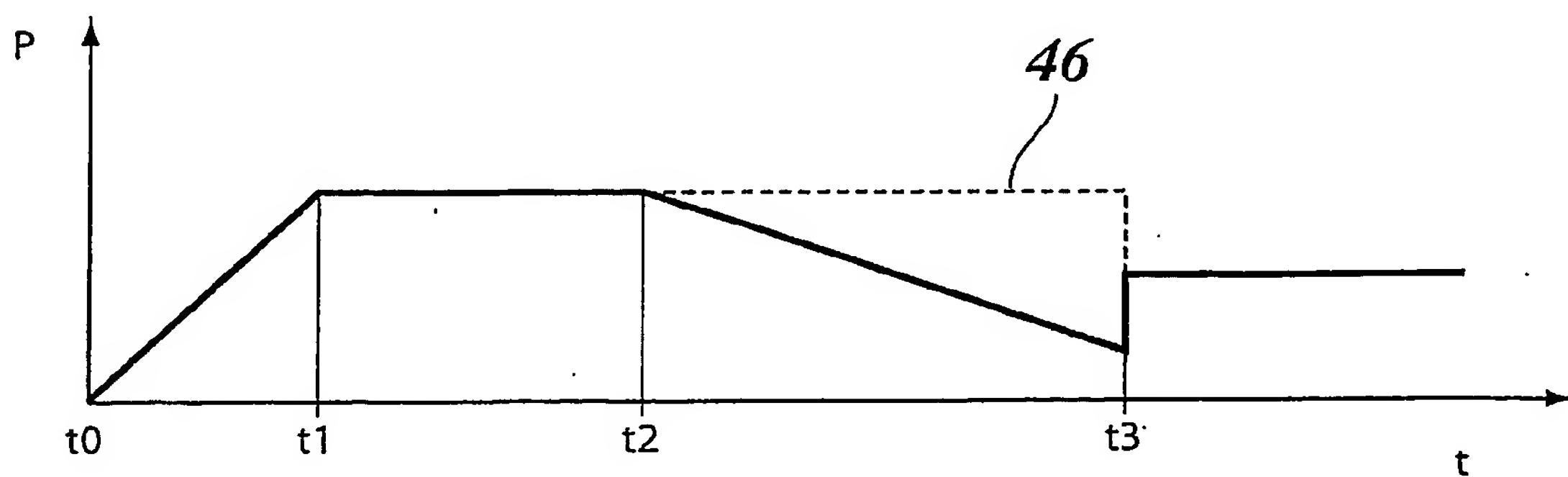
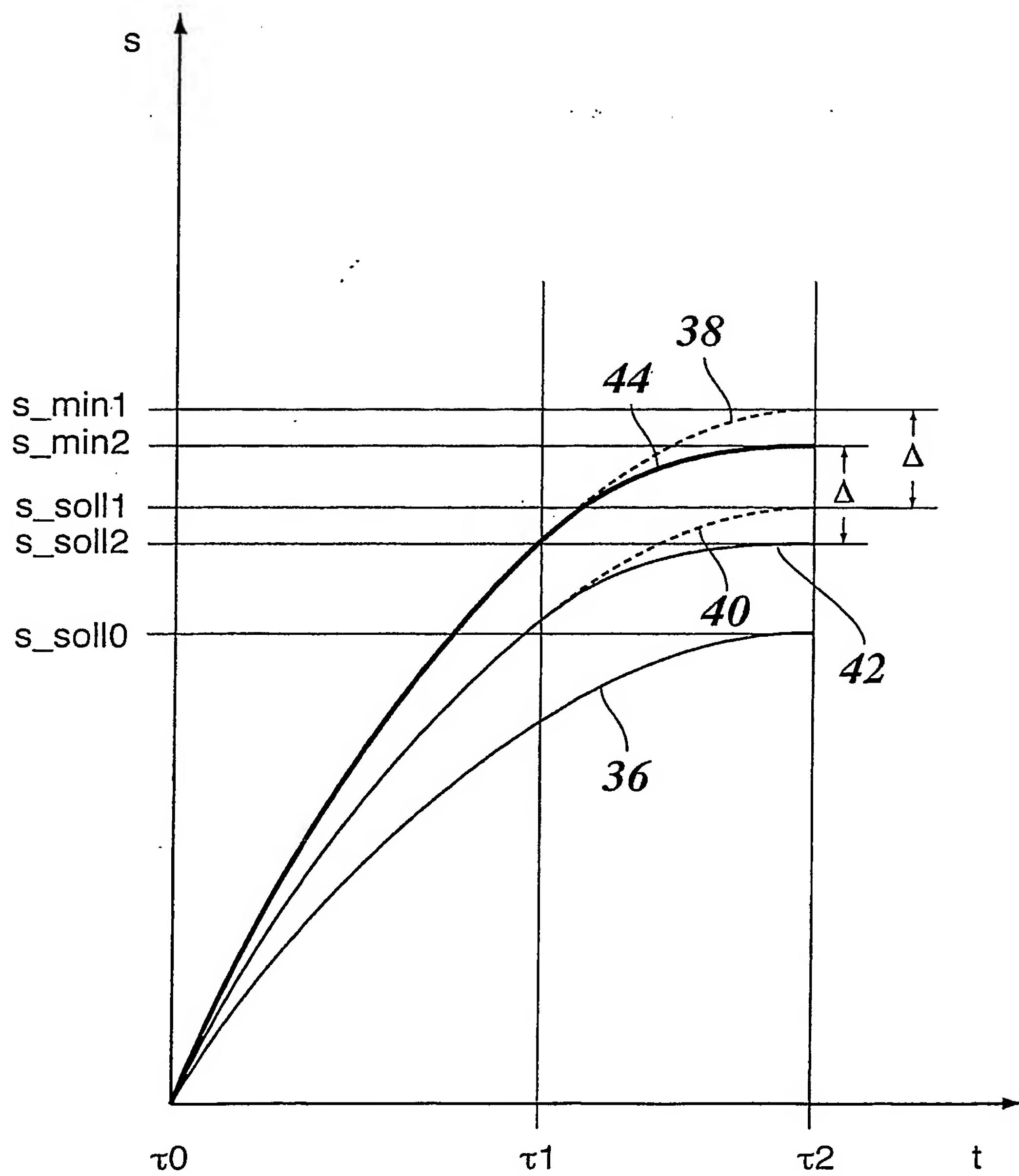
Fig. 1*Fig. 2*

Fig. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2004/001607

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B60T7/22 B60K31/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B60T B60K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 1 061 495 A (NISSAN MOTOR) 20 December 2000 (2000-12-20) figure 2	1,2,4-6
Y	-----	3
A	-----	7,9
Y	DE 100 47 048 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 11 April 2002 (2002-04-11) paragraph '0009! -----	3

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the International filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 November 2004

Date of mailing of the International search report

03/12/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.O. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Colonna, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001607

Patent document cited in search report	Publication date		Patent family member(s)	Publication date
EP 1061495	A	20-12-2000	JP 2000355234 A EP 1061495 A1 US 6345227 B1	26-12-2000 20-12-2000 05-02-2002
DE 10047048	A	11-04-2002	DE 10047048 A1	11-04-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationaler Aktenzeichen

PCT/DE2004/001607

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B60T7/22 B60K31/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B60T B60K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 061 495 A (NISSAN MOTOR) 20. Dezember 2000 (2000-12-20)	1,2,4-6
Y	Abbildung 2	3
A	-----	7,9
Y	DE 100 47 048 A (DAIMLER CHRYSLER AG) 11. April 2002 (2002-04-11) Absatz '0009! -----	3

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

15. November 2004

03/12/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Colonna, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/001607

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 1061495	A	20-12-2000	JP EP US	2000355234 A 1061495 A1 6345227 B1		26-12-2000 20-12-2000 05-02-2002
DE 10047048	A	11-04-2002	DE	10047048 A1		11-04-2002